中華農業研究（Jour. Agric. Res. China）42(3)：232～244（1993）

期作對玉米馬齒型與硬粒型組合青割產量及品質性狀之影響

II. 期作對不同粒型後裔組合力之表現[1]

謝光照[2]　曾富生[3]

摘要：爲探討玉米不同粒型組合，在臺灣春、秋及裡作環境下之青割產量表現潛能，以四個硬粒種及四個馬齒種自交系半互交組合之28個 F_1 雜種爲材料，分別於春、秋及裡作進行試驗。結果摘要如下：

期作間、粒型組合間，在大部份青割產量及品質性狀均有差異。整株乾物重的表現，春作及裡作爲異粒型≒硬粒種同粒型＞馬齒種同粒型，秋作爲硬粒種同粒型＞異粒型＞馬齒種同粒型。

組合力分析，發現青割產量及品質性狀中，大部份性狀是由累加性及非累加性基因共同控制。各性狀在期作間的表現，由 GCA/SCA 比值比較，推測可能是累加性及非累加性基因的表現隨期作環境的變異，而有不同的表現程度所致。馬齒種自交系平均而言爲負的一般組合力效應；硬粒種自交系則表現正的一般組合力效應，不同粒型之 GCA 效應隨著期作而有不同的表現趨勢。馬齒種同粒型與硬粒種同粒型的特定組合力表現趨勢相似；而同粒型與異粒型相比較，發現大部份性狀同粒型爲負效應，而異粒型組合爲正的效應居多。不同粒型組合 SCA 之表現趨勢，隨期作環境的差異而有不同的反應趨勢。

關鍵詞：粒型、馬齒種、硬粒種、半互交、一般組合力、特殊組合力。

一般飼料玉米的育種目標以高子粒產量爲主，而青割玉米之育種則以育成乾物質生產量及乾物率均高且營養消化率高爲目標[13]。有關玉米粒型組合間性狀之研究，呂等[2]研究指出，馬齒種同粒型組合一般有較佳的子粒性狀；硬粒種同粒型組合一般較晚熟而株型較高大；而馬齒種×硬粒種之植株及子粒性狀均介於兩同粒型組合之間。莊[5]的研究則發現玉米植株各部位之分配型態，在粒型組合間並無太大差異，然而無論春作或秋作，穗部的分配率似乎以馬齒種×硬粒種較馬齒種×馬齒種及硬粒種×硬粒種爲高，由上述之研究可看出性狀的表現在粒型組合間有所不同。

一般玉米生長易受栽培環境所影響，在不同生長季節，常因氣象因子的變動而有所差異[1,4,7]。Hunter *et al.*[14]指出，在長日照及低溫的聯合運作下，玉米植株的乾物重可達最大。而洪等[3]研究顯示，臺灣春作玉米生長爲早期——短期強勢型；秋作玉米生長則爲晚期——長期持續型生長，顯示不同氣象環境對玉米生長有明顯的影響存在。另許多研究均顯示玉米基因型與地點間有交感作用[11,16,18]在臺灣春作植株生育期間溫度及日照之變化由低而高，特別在生殖生長期間明顯升高；秋作營養生長期溫度及日照較高，生殖生長期溫度較低；裡作植株全生育期間溫度及日照均較低，在此種不同的氣象環境下，不同粒型組合玉米之雜交種的表現，是否相似，有關之研究尚缺，因此不同粒型組

1. 臺灣省農業試驗所　研究報告第 1673 號。
2. 本所農藝系助理研究員。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。
3. 國立中興大學農藝系教授。臺灣省　臺中市。

合之雜交種在不同期作之反應情形，實有加以探討的價值。

青割玉米莖葉產量及果穗乾物率由累加性及非累加性基因共同控制，且基因型與環境有交感作用存在[17]。Wilkinson[21]研究結果顯示基因型對青貯料的組成份及活體外之消化性（digestibility *in vitro*）影響極小。而 Deinum and Struik[9]認爲青割玉米消化性的最大差異爲遺傳上的差異，其次爲栽培環境、栽培操作及管理方法的差異所造成。Roth *et al.*[19]的研究指出，青割玉米在活體外利用胃消化液於試管內的可消化性乾物質（IVDDM）的百分比，具有遺傳上的差異，而總遺傳變方中的一般組合力變方（GCA）大於特定組合力變方（SCA）。另 Dhillon *et al.*[10]在青割玉米青飼料中莖葉部份消化性的研究中指出莖稈中可消化性乾物率的 GCA，SCA，GCA×環境，SCA×環境等均達顯著，其中以 GCA 效應較爲重要，可經由育種選拔方法來改良。

本試驗利用四個馬齒種與四個硬粒種之半互交28個 F_1 爲材料，其目的即在探討不同期作下不同型間組合之青割產量及品質性狀組合力的表現，以便作爲育種選拔模式採用之參考。

材料與方法

一、材料及栽培方法

本試驗使用8個自交系，其代號、名稱、系譜、起源、粒型及特性等項目，詳列如表1：

上述四個馬齒種及四個硬粒種之半互交的28個 F_1，分別在1987年秋作（9月5日）及1988年春作（3月3日）及裡作（11月11日），播種在農試所試驗田。田間試驗採逢機完全區集設計，四區集。小區行長5公尺，行株距70×25公分，三行區。肥料分基肥及追肥兩次施用。基肥以臺肥39號複合肥料（N：P_2O_5：K_2O＝12：18：12），每公頃施500kg，於播種前施入土內。追肥以硫酸錏（N＝21%）於齊膝期培土時施用，每公頃施450kg。每穴兩粒播，然後間拔僅留一株，田間管理包括除草、中耕、培土及灌溉等項，均依照一般玉米栽培法進行。

表1.參試自交系之背景資料

Table 1. Inbred lines used as the experiment.

Code	Inbred	Pedigree	Origin	Kernel form
A	Hi25	(B14A×MV Source) BC_4	Hawaii, USA	Dent
B	Hi31	(B68×MV Source) BC_5	Hawaii, USA	Dent
C	Hi33	(Mo17×MV Source) BC_5	Hawaii, USA	Dent
D	Hi26	(CI21E×MV Source) BC_4	Hawaii, USA	Dent
E	Antigua-2D	Antigua	Caribbean	Flint
F	SW 654	Suwan-1 derivative	Thailand	Flint
G	Pi-362	Pioneer 6875 derivative	Pioneer international Co. LTD.	Flint
H	TA80-2598-44	(TA80-2598×Suwan-1) BC_3	TARI, Taiwan	Flint

二、青割適期分別於春作吐絲後21天（day after silking），秋作及裡作吐絲後50天[6]進行取樣，青割產量及品質各性狀之調查項目：

整株鮮重（fresh weight），整株乾重（total dry weight），整株乾物率（whole-plant

dry matter content），果穗百分比（ear percentage），總營養消化率（TDN%-total digestable nutrient percentage），其調查方法及氣象資料詳列於前篇報告[8]。

三、分析方法

試驗結果，先進行變方分析及平均值顯著性比較，再以 Griffing氏[12]方法四（只28有個 F_1，不包括親本），進行全互交分析，以估算各項性狀的一般（GCA）與特定組合力（SCA）。

結 果

一、性狀平均值之差異

三期作的28個半互交 F_1 之青割產量與品質性狀經平均值顯著性比較之結果，顯示所調查性狀在 F_1 雜種間、粒型組合間及期作間均有差異。整株鮮重爲春作＞裡作＞秋作，整株乾物重爲春作＞秋作≒裡作，整株乾物率則爲裡作＞秋作＞春作，果穗百分比及 TDN 則呈現秋作與裡作明顯的大於春作，但秋作與裡作間並無顯著差異。粒型組合間的表現，整株鮮重及乾物重爲硬粒種同粒型≒異粒型＞馬齒種同粒型，整株乾物率在粒型組合間並無顯著差異。果穗百分比爲異粒型≒馬齒種同粒型＞硬粒種同粒型，TDN 則爲異粒型＞馬齒種同粒型＞硬粒種同粒型。由於期作與粒型組合間之交感作用除整株乾物率外，其餘性狀均達顯著水準，可看出不同粒型組合間在期作間的表現有所不同，整株乾物重的表現，春作及裡作爲異粒型≒硬粒種同粒型＞馬齒種同粒型，而秋作爲硬粒種同粒型＞異粒型＞馬齒種同粒型（表２）。

表2. 不同期作下三種粒型組合五項性狀之平均值

Table 2. Means of five traits for different kernel types at three crop seasons.

Crop season	Combination	Fresh weight (kg/20-plant)	Total dry weight (kg/20-plant)	Whole-plant dry matter content (%)	Ear percentage (%)	TDN (%)
Spring	Dent×Dent	17.6	4.56	25.90	33.78	67.22
	Dent×Flint	20.4	5.43	26.22	25.85	65.06
	Flint×Flint	20.7	5.54	26.75	31.24	66.50
	$LSD_{0.05}$	3.2	1.17	3.26	5.07	1.37
Fall	Dent×Dent	10.7	2.99	28.24	42.64	69.64
	Dent×Flint	16.2	4.75	29.01	38.01	68.81
	Flint×Flint	14.1	4.11	29.23	44.74	70.24
	$LSD_{0.05}$	2.2	0.64	3.92	6.23	1.57
Winter	Dent×Dent	12.8	3.95	31.17	41.88	69.41
	Dent×Flint	14.3	4.37	30.20	44.42	70.07
	Flint×Flint	14.4	4.66	32.81	45.54	70.39
	$LSD_{0.05}$	2.0	0.69	3.63	6.06	1.65

二、組合力之分析

(一)春 作

春作28個 F_1 之青割產量及品質性狀組合力分析之均方值，列如表3。由表3可看出，除整株乾物率外，其餘各性狀之一般組合力效應均達顯著差異。而整株鮮重、整株乾重、果穗百分比及 TDN 等性狀之特定組合力均達顯著差異。

由 GCA/SCA 均方比值比較，發現整株乾物率比值小於1，表示此性狀大部份由非累加性基因控制。其餘各性狀均大於1，特別是果穗百分比爲9.26，TDN 爲9.41，表示上述性狀

大部份由累加性基因所控制。

表3. 二十八個 F_1 雜交種在不同期作下五項性狀組合力分析之均方值（1987—1988）
Table 3. Mean squares of five traits for twenty-eight F_1 hybrids evaluated at TARI, 1987—1988.

Crop season	Source	df	Fresh weight	Total dry weight	Whole-plant dry matter content	Ear percentage	TDN
Spring	G.C.A.	7	6.33**	391.2**	2.00	92.98**	6.81**
	S.C.A.	20	3.39**	341.2*	2.09	10.03**	0.72**
	Error	81	1.35	175.0	1.34	3.25	0.23
	GCA/SCA		1.86	1.14	0.95	9.26	9.41
Fall	G.C.A.	7	16.60**	1,627.2**	6.70**	12.42*	0.76
	S.C.A.	20	2.16**	117.2**	4.81**	15.94**	1.31**
	Error	81	0.61	52.8	1.94	4.91	0.39
	GCA/SCA		7.66	13.87	1.39	0.77	0.58
Winter	G.C.A.	7	16.02**	500.1**	19.58*	53.92**	3.82**
	S.C.A.	20	1.50**	220.0**	3.35	5.97	0.43
	Error	81	0.55	60.7	1.67	4.65	0.34
	GCA/SCA		10.68	2.27	5.83	9.02	8.71

*,**Significant at 5% and 1% levels, respectively.

(二)秋　作

秋作28個半互交 F_1 雜種之青割產量（吐絲後50天）及品質性狀組合力分析之均方值，列如表3。由表可看出所調查的性狀中，除 TDN 外，其餘性狀的一般組合力效應，均達顯著差異，表示8個自交系間的一般組合力具有顯著差異；而整株鮮重、整株乾重、整株乾物率、果穗百分比及 TDN 等性狀之特定組合力均達極顯著差異，表示28個 F_1 雜種間亦有差異。

由 GCA/SCA 比值比較，顯示除果穗百分比及 TDN 小於1外，其餘性狀比值均大於1，特別是整株鮮重爲7.66，整株乾重爲13.87，表示整株鮮重及整株乾重、整株乾物率等性狀大部份由累加性基因所控制。

(三)裡　作

裡作28個半互交 F_1 雜種之青割產量及品質性狀組合力分析之均方值，列於表3。結果顯示，所有性狀的一般組合力效應均達極顯著差異。特定組合力效應僅整株鮮重、整株乾重及整株乾物率等達極顯著差異，其餘性狀均未達顯著水準。由 GCA/SCA 均方比值，顯示所有的性狀均大於1，表示在裡作環境下青割產量及品質性狀由累加性均方所佔的比例較大。

(四)期作間 GCA/SCA 比值之比較

期作間青割產量及品質性狀之 GCA/SCA 比值，詳如表3。整株鮮重爲裡作（10.68）＞秋作（7.66）＞春作（1.86）。而整株乾重則爲秋作＞裡作＞春作。整株乾物率爲裡作＞秋作與春作。果穗百分比及 TDN 均爲春作＞裡作＞秋作。

三、不同粒型一般組合力效應之差異

8個親本自交系半互交分析之青割產量與品質性狀之一般組合力效應，列如表 4 。

表4. 八個自交系在不同期作下五項性狀之一般組合力效應估值 (1987—1988)

Table 4. Estimates of general combining ability effects for five traits measured in a diallel set of eight maize inbred lines evaluated at TARI, 1987—1988.

Crop season	Kernel form	Parental inbred	Fresh weight (kg/20-plant)	Total dry weight (kg/20-plant)	Whole-plant dry matter content (%)	Ear percentage (%)	TDN (%)
Spring	Dent	A	−1.775	−0.359	0.689	6.548	1.756
		B	0.708	−0.086	−1.174	−0.275	−0.058
		C	−0.796	−0.189	0.176	3.878	1.053
		D	−0.921	−0.238	0.000	−2.210	−0.592
		X̄	−0.696	−0.218	−0.102	1.985	0.540
	Flint	E	0.663	0.315	0.543	−2.870	−0.801
		F	1.167	0.307	0.013	−2.932	−0.769
		G	0.500	0.092	−0.379	−4.708	−1.294
		H	0.454	0.158	0.130	2.570	0.705
		X̄	0.696	0.218	0.102	−1.985	−0.540
	S.E.	(gi-gj)	0.673	0.241	0.670	1.042	2.281
Fall	Dent	A	−1.801	−0.508	0.398	−0.090	0.116
		B	−0.443	−0.232	−0.894	0.137	−0.007
		C	−1.755	−0.645	−0.956	2.532	0.659
		D	−1.505	−0.380	0.624	0.390	0.065
		X̄	−1.376	−0.441	−0.207	0.742	0.208
	Flint	E	0.357	0.269	1.106	0.817	0.166
		F	2.587	0.621	−1.287	−2.544	−0.565
		G	1.778	0.740	1.546	−0.643	−0.230
		H	0.782	0.135	−0.537	−0.598	−0.203
		X̄	1.376	0.441	0.207	−0.742	−0.208
	S.E.	(gi-gj)	0.454	0.132	0.805	1.281	0.362
Winter	Dent	A	−1.231	−0.228	1.026	−0.845	−0.215
		B	2.790	0.351	−3.443	−4.525	−1.198
		C	−1.390	−0.153	2.219	3.359	0.893
		D	−1.690	−0.384	1.170	−0.479	−0.142
		X̄	−0.380	−0.103	0.243	−0.623	−0.166
	Flint	E	−0.102	−0.092	−0.394	−1.715	−0.460
		F	2.065	0.462	−1.667	−0.228	−0.424
		G	0.127	0.104	0.293	−0.732	−0.216
		H	−0.569	−0.058	0.796	5.165	1.380
		X̄	0.380	0.103	−0.243	0.623	0.166
	S.E.	(gi-gj)	0.430	0.142	0.746	1.245	0.340

(一)春 作

由表可看出馬齒種自交系之平均值，在整株鮮重、整株乾重及整株乾物率等性狀爲負效應；而果穗百分比及 TDN 等性狀呈現正效應。硬粒種自交系之結果則呈相反趨勢。

(二)秋 作

在秋作的栽培環境下，馬齒種自交系平均而言，在整株鮮重、整株乾重及整株乾物率爲負的一般組合力效應，而果穗百分比及 TDN 則爲正效應。硬粒種自交系的表現則呈現相反趨勢。

(三)裡 作

馬齒種自交系平均而言，除整株乾物率爲正效應外，其他如整株鮮重、整株乾重、果穗百分比及 TDN 等性狀的一般組合力效應則爲負效應。

在裡作環境下，硬粒種自交系平均而言，對青割產量、果穗百分比及 TDN 等具有正的一般組合力效應存在。

(四)期作間一般組合力效應之差異

不同粒型自交系的青割產量及品質性狀之一般組合力效應之平均值，在不同期作之表現趨勢如圖1所示。由圖1可以看出各性狀之一般組合力效應，隨著期作的不同，其反應型式不盡相同。

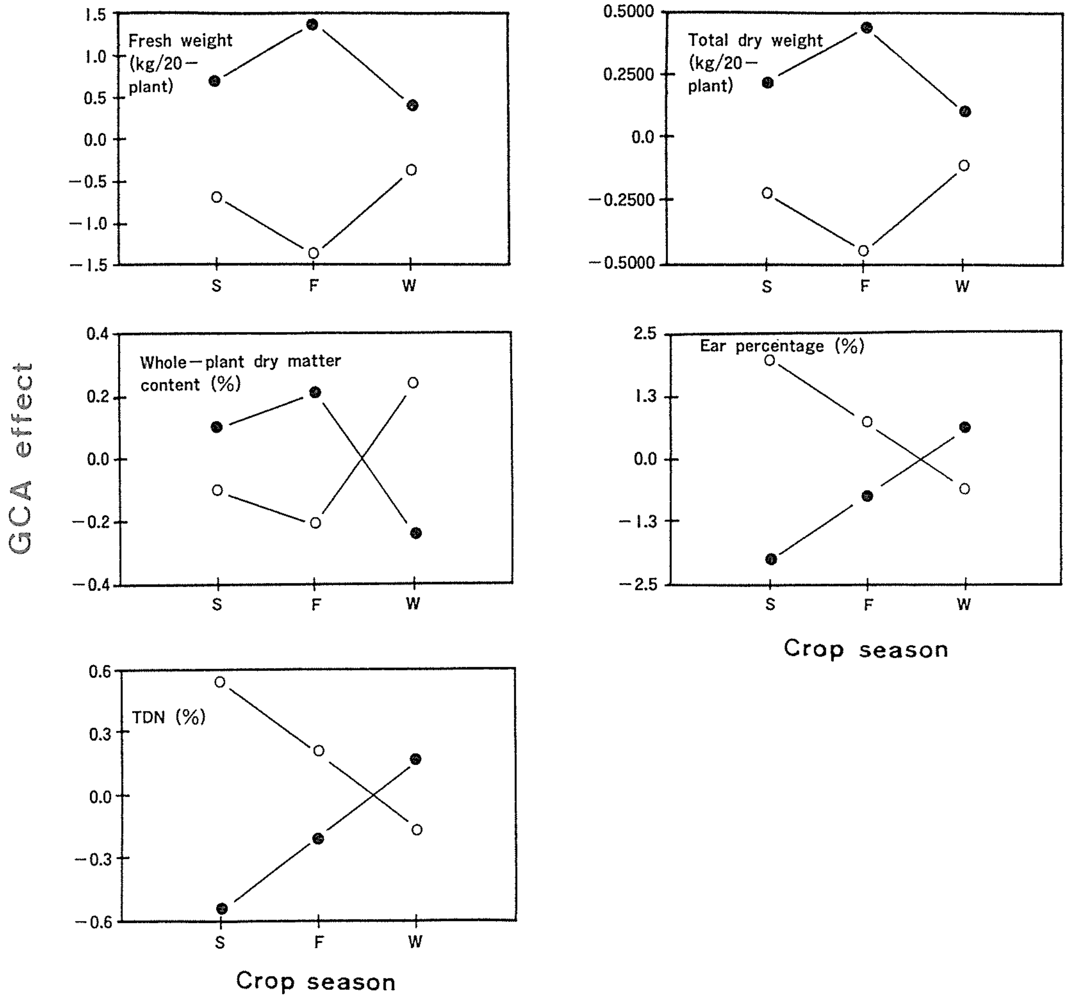

圖 1． 期作對玉米五項性狀一般組合力效應之影響
●：硬粒種，○：馬齒種
S：春作，F：秋作，W：裡作

Fig. 1. The effects of crop seasons on GCA effect of five traits in maize.
Note：●——●：Flint, ○——○：Dent
S：Spring, F：Fall, W：Winter

整株鮮重及整株乾重：Dent 爲負效應，Flint 表現正效應，期作間反應爲秋作＞春作＞裡作。

整株乾物率：Dent 在春作及秋作爲負效應，裡作爲正效應；Flint 春作及秋作爲正效應，裡作爲負效應。

果穗百分比及 TDN：Dent 在春作及秋作爲正效應，裡作則變成負效應；Flint 呈相反趨勢。期作間的表現爲春作＞秋作＞裡作。

綜合上面可明顯看出 GCA 的表現，隨期作環境的變異而有不同的表現程度。

四、不同粒型組合間特定組合力效應之差異

將28個 F_1 雜種青割產量及品質性狀之特定組合力效應，依硬粒種及馬齒種兩種子粒型之各種組合方式，區分爲：(1)馬齒種同粒型、(2)硬粒種同粒型及(3)異粒型組合等三組。由各組之平均值進行比較，各期作分述如下：

(一)春　作

春作的表現由表5可以看出，馬齒種同粒型組合與硬粒種同粒型組合在所有性狀均呈現負的效應；而異粒型組合，在所有的性狀均呈現正的效應。

表 5. 春作（1988）二十八個 F_1雜交種五項性狀特殊組合力效應估值

Table 5. Estimates of specific combining ability effects for five traits measured in a diallel set of eight maize inbred lines evaluated at TARI, spring of 1988.

Combination	Cross	Fresh weight (kg/20-plant)	Total dry weight (kg/20-plant)	Whole-plant dry matter content (%)	Ear percentage (%)	TDN (%)
Dent×Dent	A×B	−2.24	−0.473	0.27	−8.41	−2.26
	A×C	−0.96	−0.173	0.48	2.91	0.78
	A×D	−0.36	−0.575	−2.45	3.19	0.77
	B×C	2.05	0.501	−0.23	−0.29	−0.10
	B×D	−2.17	−0.406	0.66	−1.55	−0.42
	C×D	−2.06	−0.750	−1.13	−0.89	−0.24
	$\bar{X}$	−1.64	−0.312	−0.40	−0.84	−0.24
Flint×Flint	E×F	−0.99	−0.476	−0.72	−1.53	−0.38
	E×G	−2.42	−0.895	−2.10	−0.77	−0.41
	E×H	−0.82	−0.131	0.64	1.00	0.29
	F×G	−0.35	0.110	0.55	−2.47	−0.63
	F×H	−3.35	−0.740	0.00	−2.71	−0.74
	G×H	2.18	0.355	−0.77	1.43	0.41
	$\bar{X}$	−1.64	−0.312	−0.40	−0.84	−0.24
Dent×Flint	A×E	2.00	0.342	−0.68	1.44	0.43
	A×F	1.84	0.520	0.15	0.13	0.03
	A×G	−1.61	−0.182	1.44	0.92	0.29
	A×H	1.33	0.541	0.78	−0.19	−0.05
	B×E	0.34	0.160	0.46	4.56	1.25
	B×F	0.46	−0.296	−1.81	2.06	0.54
	B×G	2.00	0.772	1.31	1.53	0.44
	B×H	−0.44	−0.259	−0.66	2.10	0.54
	C×E	0.62	0.779	3.02	−0.47	−0.09
	C×F	1.24	0.488	0.74	3.88	1.02
	C×G	−1.09	−0.545	−1.31	−1.50	−0.37
	C×H	0.20	−0.300	−1.56	−3.62	−0.99
	D×E	1.27	0.221	−0.62	−4.22	−1.08
	D×F	1.14	0.493	1.08	0.64	0.16
	D×G	1.28	0.484	0.87	0.85	0.27
	D×H	0.90	0.534	1.58	1.98	0.53
	$\bar{X}$	0.72	0.253	0.34	0.63	0.18
S.E. (Sij-Sik)		1.50	0.540	1.50	2.32	0.62
S.E. (Sij-Skl)		1.34	0.483	1.34	2.08	0.56

(二)秋　　作

秋作28個 F_1 雜種青割產量及品質性狀之特定組合力效應，列如表6。由各組之平均值可看出，馬齒種同粒型與硬粒種同粒型兩組合的整株鮮重、整株乾重、整株乾物率、果穗百分比及 TDN 等性狀之特定組合力為負效應。異粒型的特定組合力效應，各項性狀均為正的效應，表示異粒型間組合，大部份性狀一般具有正的特定組合力效應。

表 6. 秋作 (1987) 二十八個 F_1雜交種五項性狀特殊組合力效應估值

Table 6. Estimates of specific combining ability effects for five traits measured in a diallel set of eight maize inbred lines evaluated at TARI, fall of 1987.

Combination	Cross	Fresh weight (kg/20plant)	Total dry weight (kg/20-plant)	Whole-plant dry matter content (%)	Ear percentage (%)	TDN (%)
	A×B	−3.28	−0.776	1.60	−7.89	−2.25
	A×C	1.17	−0.044	−3.38	0.69	0.15
	A×D	0.35	0.101	−0.09	−3.43	−1.05
Dent×Dent	B×C	1.31	0.216	−1.30	−1.21	−0.29
	B×D	−0.85	−0.374	−1.53	−3.89	−0.99
	C×D	−0.84	0.053	2.52	3.46	0.95
	$\bar{X}$	−0.35	−0.137	−0.36	−2.04	−0.58
	E×F	−2.42	−0.566	−0.38	0.78	0.10
	E×G	2.36	0.151	−3.53	−4.78	−1.30
	E×H	0.83	−0.061	−1.83	−1.40	−0.31
Flint×Flint	F×G	−1.31	0.093	3.19	−4.30	−1.24
	F×H	0.25	0.179	1.13	−4.34	−1.27
	G×H	−1.84	−0.620	−0.75	1.76	0.53
	$\bar{X}$	−0.35	−0.137	−0.36	−2.04	−0.58
	A×E	−0.01	−0.018	0.01	0.34	−0.01
	A×F	0.96	0.223	−0.07	4.81	1.94
	A×G	0.84	0.077	−1.17	−0.11	−0.15
	A×H	−0.03	0.437	3.10	5.60	1.37
	B×E	0.13	0.221	1.50	1.28	0.40
	B×F	2.30	0.286	−2.55	3.07	0.71
	B×G	0.26	0.171	0.64	7.87	2.17
	B×H	0.13	0.254	1.63	0.76	0.24
Dent×Flint	C×E	−0.60	0.003	1.46	1.22	0.36
	C×F	−1.03	−0.363	−0.14	−2.22	−0.73
	C×G	−0.37	0.088	1.44	−0.22	−0.03
	C×H	0.36	0.045	−0.61	−1.64	−0.41
	D×E	−0.28	0.269	2.76	2.54	0.74
	D×F	1.26	0.147	−1.16	2.20	0.47
	D×G	0.07	0.037	0.18	−0.14	0.02
	D×H	0.29	−0.234	−2.68	−0.73	−0.14
	$\bar{X}$	0.26	0.103	0.24	1.54	0.43
S.E. (Sij-Sik)		1.01	0.296	1.80	2.86	0.80
S.E. (Sij-Skl)		0.90	0.265	1.61	2.56	0.72

㈢裡　作

裡作28個 F_1 雜種青割產量及品質性狀之特定組合力效應估值，列如表 7 。由各組之平均值可看出，馬齒種同粒型與硬粒種同粒型組合，所有的性狀其特定組合力效應均為負效應；而異粒型組合，所有的性狀均呈現正的特定組合力效應，表示異粒型組合下，在裡作環境下，各項青割產量及品質性狀均有增加的效應存在。

表 7. 裡作 (1988) 二十八個 F_1雜交種五項性狀特殊組合力效應估值

Table 7. Estimates of specific combining ability effects for five traits measured in a diallel set of eight maize inbred lines evaluated at TARI, winter of 1988.

Combination	Cross	Fresh weight (kg/20-plant)	Total dry weight (kg/20-plant)	Whole-plant dry matter content (%)	Ear percentage (%)	TDN (%)
	A×B	−3.80	−1.220	−1.17	−4.31	−1.16
	A×C	0.22	−0.130	−1.38	−0.53	−0.24
	A×D	−0.34	−0.411	−1.81	−1.34	−0.34
Dent×Dent	B×C	1.01	−0.040	−1.58	−1.22	−0.32
	B×D	0.40	0.138	−0.40	−0.18	−0.03
	C×D	0.43	−0.040	−0.91	−0.50	−0.10
	$\bar{X}$	−0.46	−0.284	−1.21	−1.35	−0.37
	E×F	0.06	−0.191	−0.94	−3.14	−0.95
	E×G	0.25	−0.555	−4.61	−0.57	−0.19
	E×H	−0.69	−0.273	−0.70	0.51	0.15
Flint×Flint	F×G	−1.08	0.055	0.98	−0.84	−0.21
	F×H	−0.44	−0.513	−2.37	−2.73	−0.70
	G×H	−0.90	−0.226	0.37	−1.32	−0.31
	$\bar{X}$	−0.46	−0.284	−1.21	−1.35	−0.37
	A×E	1.01	0.567	1.94	1.76	0.56
	A×F	1.09	0.413	0.56	1.45	0.37
	A×G	0.33	0.147	0.56	2.62	0.72
	A×H	1.48	0.633	1.30	0.33	0.09
	B×E	0.51	0.266	0.77	−2.15	−0.58
	B×F	−0.12	−0.012	1.32	4.19	1.10
	B×G	2.08	0.468	−0.24	0.33	0.10
	B×H	0.48	0.399	1.31	3.35	0.90
Dent×Flint	C×E	−0.15	0.332	2.87	1.79	0.49
	C×F	0.60	0.372	0.98	2.14	0.57
	C×G	−0.88	−0.271	0.25	−2.86	−0.73
	C×H	−0.48	−0.222	−0.23	1.20	0.33
	D×E	−1.00	−0.146	0.66	1.80	0.51
	D×F	−0.11	−0.123	−0.52	−1.06	−0.18
	D×G	0.19	0.382	2.68	2.64	0.62
	D×H	0.56	0.201	0.31	−1.35	−0.46
	$\bar{X}$	0.35	0.213	0.91	1.01	0.28
S.E. (Sij-Sik)		0.96	0.318	1.66	2.78	0.76
S.E. (Sij-Skl)		0.86	0.284	1.49	2.49	0.68

㈣期作間特定組合力效應之比較

期作間不同粒型組合的青割產量及品質性狀之特定組合力效應，示如圖 2 。由圖可看出各性狀在期作間的反應趨勢並不一致，顯示馬齒種同粒型與硬粒種同粒型的反應趨勢相同，而與異粒型進行比較，分述如下：

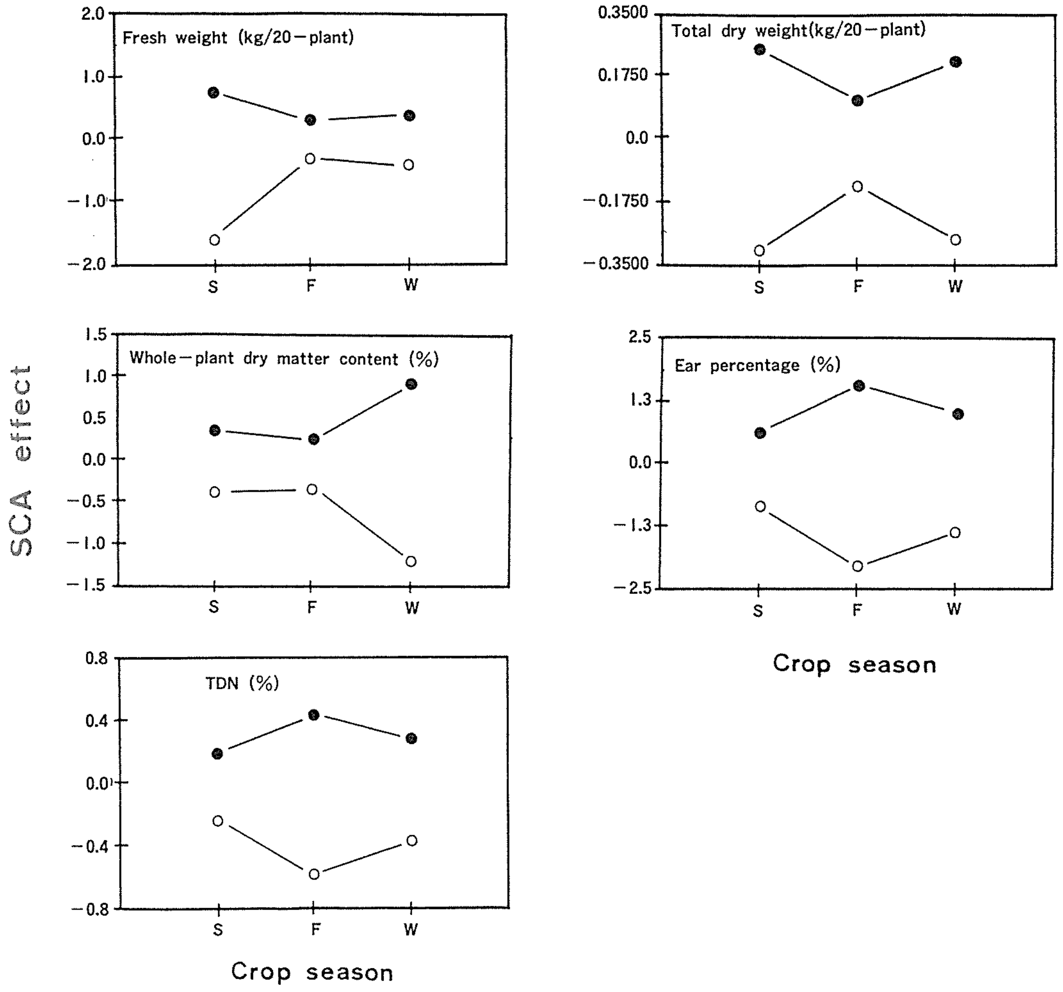

圖 2 . 期作對玉米五項性狀特殊組合力效應之影響
●：硬粒種，○：馬齒種
S：春作，F：秋作，W：裡作

Fig. 2. The effects of crop seasons on SCA effect of five traits in maize.
Note：●——●：DF, ○——○：DD (FF)
S：Spring, F：Fall, W：Winter

整株鮮重：同粒型均呈現負效應，異粒型爲正效應，期作間的趨勢爲春作＞裡作與秋作。

整株乾重：同粒型均爲負效應 ，異粒型爲正效應 ，期作間的反應趨勢爲春作＞裡作＞秋作。

整株乾物率：同粒型均爲負效應 ，異粒型爲正效應 ，期作間的反應趨勢爲裡作＞春作＞

秋作。

果穗百分比：同粒型均爲負效應，異粒型爲正效應，期作間的趨勢爲秋作>裡作>春作。

TDN：同粒型均爲負效應 ，異粒型爲正效應 ，期作間的表現爲秋作>裡作>春作。

討　論

本研究結果顯示所調查的青割產量及品質性狀在期作間、粒型組合間及期作×粒型組合間之交感作用均達顯著差異。由於三期作之栽培環境差異頗大，致使玉米的生長受到顯著的影響[3,7]，三期作青割玉米整株乾物重比較之結果，顯示糊熟期整株乾物重爲春作>裡作>秋作，而期作間 GCA/SCA比值，也呈現秋作 (13.87) >裡作 (2.27) >春作 (1.14) 之趨勢，雖然 GCA 效應的表現強度爲秋作>春作及裡作，而 SCA 效應強度的表現則爲春作>裡作>秋作。Sorrells *et al.*[20]進行複穗產量指數（NEWI，multiple-ear-weight index）的遺傳分析，發現 NEWI 大小因環境不同而有差異，而其差異與 GCA/SCA 比值有密切關係。本試驗顯示由於非累加性基因的均方比值的大小及強度表現均呈現春作>裡作>秋作，致使糊熟期整株乾物重的表現爲春作>裡作>秋作。

由試驗觀察，發現馬齒種同粒型之營養生長較差，株高、葉面積、稈莖等均較小；硬粒種同粒型具有營養生長旺盛，葉片大，株高及莖稈均大，異粒型組合兼具有馬齒種及硬粒種的長處，表現出營養生長旺盛，葉片、株高及莖稈均大等特性。故青割整株乾物重呈現硬粒種同粒型≒異粒型>馬齒種同粒型之趨勢。

雖然青割玉米的選育以硬粒種同粒型及異粒型組合較爲有利，但由於粒型組合與期間有明顯的交感作用存在，故應分別選育適合於不同期作之品種較有利。春作的整株乾物重爲異粒型≒硬粒種同粒型>馬齒種同粒型，顯然以異粒型的表現最佳。經分群後之 GCA及SCA 均方之劃分結果，由各群內之 GCA 及 SCA 均方可看出，馬齒種同粒型內的 GCA/SCA 比值爲2.05，且其 GCA、SCA均爲負效應；硬粒種同粒型內 GCA 爲正效應，SCA 爲負效應，同時顯示以 SCA 均方佔較大比例；異粒型組合的馬齒種之 GCA 爲負效應，硬粒種之 GCA 爲正效應，SCA 爲正效應，總合其效應顯示基因型效應爲異粒型>硬粒種同粒型>馬齒種同粒型，推測在春作環境下，可能較有利於 SCA 基因強度的表現，故使異粒型的青割整株乾物重爲最大，硬粒種同粒型次之，馬齒種同粒型爲最小。

秋作吐絲後50天的樣品之整株乾物重在粒型組合間的大小爲硬粒種同粒型>異粒型>馬齒種同粒型。由各分群之 GCA/SCA 比值，知控制著整株乾物重的基因表現在異粒型內以 GCA 佔較大比例，馬齒種同粒型及硬粒種同粒型則以 SCA 佔較大比例，再由 GCA 效應比較，發現馬齒種自交系爲負效應；硬粒種自交系則大部份爲正效應，顯示硬粒種具有較優良的植株性狀。另由特定組合力比較，發現兩種同粒型其他性狀與整株乾物重則爲負效應；異粒型組合之整株乾物重及其他性狀大多爲正效應。可知硬粒種同粒型之遺傳組成以非累加性基因佔較大比例，異粒型組合其馬齒種及硬粒種之 GCA 效應互相抵消，同時 SCA 僅佔較小比例，而秋作非累加性基因之表現強度較弱，致使基因型效應的表現呈現硬粒種同粒型>異粒型>馬齒種同粒型，故在秋作環境下有利於硬粒種同粒型的生長，使營養生長旺盛形成較大比例的莖葉生長量，造成其整株鮮重及乾物重均最大。

裡作環境下，吐絲後50天整株乾物重的表現趨勢與春作相類似，均爲異粒型≒硬粒種同粒型>馬齒種同粒型。由各分群 GCA 及 SCA 之表現，發現馬齒種自交系之 GCA 爲負效應，硬粒種的 GCA 則爲正效應；雜交種之同粒型組合的 SCA 爲負效應，異粒型則爲正效應，推測可能因三種粒型組合之遺傳基因的表現均以 GCA 變方佔大部份，GCA 效應之表現強度爲三期作中最弱，加上裡 SCA 效應之表現較強，綜合結果造成基因型的表現爲異粒型≒硬粒種同粒型>馬齒種同粒型。同時裡作環境下，異粒型之整株鮮重，果穗百分比及 TDN 均較大，顯示異粒型不但青割乾物重高且品

質性狀也較其他粒型組合佳。

引用文獻

1. 王強生、王碧玉、劉大江。1988。玉米對溫度與光週期之生長反應。中華農業研究 37 (4) : 379—388。
2. 呂宗佳、謝光照、何千里、莊周瑞。1986。馬齒種及硬粒種自交系雜種優勢及組合力之全互交分析。中華農業研究 35 (2) : 145—164。
3. 洪梅珠、涂勳、曾富生。1984。玉米產量形成過程在春秋期作之變異。中華農學會報 新125 : 61—70。
4. 范明仁。1987。玉蜀黍光合成物質生產與分配。國立臺灣大學農藝研究所博士論文。
5. 莊周瑞。1989。玉米硬粒型與馬齒型種源雜交種遺傳及生育特性之研究。國立中興大學糧食作物研究所博士論文。
6. 許福星、洪國源、李國貞、徐阿里。1987。青割玉米不同成熟期青割產量及營養成分變化。中華農學會報 新139 : 44—55。
7. 盧淑華。1985。不同期作下光合產物供源、積儲和營養要素的分配與玉米產量的關係。國立中興大學糧食作物研究所碩士論文。
8. 謝光照、曾富生。1993。期作對玉米硬粒種與馬齒種組合青割產量及品質性狀之影響。I.青割產量及品質在期作與不同粒型組合之變異。中華農業研究 42(3) : 217—231。
9. Deinum, B., and P. C. Struik. 1989. Genetic variation in digestibility of forage maize (*Zea mays* L.) and its estimation by near infrared reflectance spectroscopy (NIRS) . An analysis. Euphytica 42 : 89—98.
10. Dhillon, B. S., Chr. Paul, E. Zimmer, P. A. Gurrath, D. Klein, and W. G. Pollmer. 1990. Variation and covariation in stover digestibility traits in diallel crosses of maize. Crop Sci. 30 : 931—936.
11. Geadelman. J. L., and R. H. Peterson. 1978. Effects of two yield component selection procedures on maize. Crop Sci. 18 : 387—390.
12. Griffing. B. 1956. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. Aust. J. Biol. Sci. 9 : 463—493.
13. Hunter, R. B. 1978. Selection and evaluation procedures for whole-plant silage. Can. J. Plant Sci. 58 : 661—678.
14. Hunter, R. B., M. Tollenaar, and C. M. Breuer. 1977. Effects of photoperiod and temperature on vegetative and reproductive growth of a maize (*Zea mays* L.) hybrid. Can. J. Plant Sci.57 : 1127—1134.
15. Japan Pioneer Hybrid Co. Ltd. 1986. Handbook for field experiment. The Company, Tokyo.
16. Kang, M. S., and D. P. Gorman. 1989. Genotype×environment interaction in maize. Agron. J. 81 : 662—664.
17. Pollmer, W. G., D. Eberhard, and D. Klein. 1978. Inheritance of protein and yield of grain and stover in maize. Crop Sci. 18 : 757—759.
18. Pollmer, W. G., D. Klein, and B. S. Dhillon. 1979. Differences in reciprocal crosses of maize inbred lines diverse for protein content. Euphytica 28 : 325—328.
19. Roth, L. S., G. C. Marten, W. A. Compton, and D. D. Stuthman. 1970. Genetic variation of quality traits in maize (*Zea mays* L.) forage. Crop Sci.10 : 365—367.
20. Sorrells, M. E., H. Lonnquist, and R. E. Harris. 1979. Inheritance of prolificacy in maize. Crop Sci.19 : 301—306.
21. Wilkinson, J. M. 1979. The development of plant components and their effects on the composition of fresh and ensiled forage maize. 2. The effect of genotype, plant density and date of harvest on the composition of maize silage. J. Agric. Sci. Camb. 92 : 485—491.

Effects of Crop Seasons on Silage Yield and Quality Characters of Flint and Dent Combination in Maize II. Crop Seasons on Combining Ability Expression of Kernel Type[1]

Guang-Jauh Shieh[2] and Fu-Sheng Thseng[3]

Summary

A diallel set of four flint and four dent inbred lines of maize was evaluated in spring, fall and winter crop seasons for silage yield potential in Taiwan. The results were summarized as follows:

The crop season and combination type were significant over the three crop seasons for most traits. Crosses were grouped into flint×flint, dent×flint and dent×dent for analysis. Average dry weight of total silage produced in the flint×flint and dent×flint combination were always heavier than of dent×dent groups in spring and winter crop seasons. However, the silage yield in the fall crop season in decending order was flint×flint, dent×flint and dent×dent crosses.

The mean squares of combining ability analysis are significant at general combining ability (GCA) and specific combining ability (SCA) for most traits in spite of spring, fall and winter crop seasons. Additive variance (GCA) were larger than non-additive variance (SCA) for all traits. It suggets that inheritance of all traits was predominantly additive in maize. The ratio of GCA/SCA variance might be affected by planting seasons. The comparison of GCA effects in dent and flint inbred lines showed that flints were positive effects, and dent inbreds were negative effects in most traits. In the F_1 hybrids, dent×dent and flint×flint crosses had similiar SCA effects of response trend. SCA effect were predominantly positive in dent×flint crosses and negative in dent×dent and flint×flint crosses for most traits in all crop seasons. The response trend of GCA and SCA effects were also affected by planting seasons. The response pattern of GCA and SCA effects were different for single characters.

Key words: Kernel type, Dent, Flint, Half-diallel, General combining ability, Specific combining ability.

1. Contribution No. 1673 from Taiwan Agricultural Research Institute.
2. Assistant Agronomist, Department of Agronomy, TARI, Wufeng, Taichung-Hsien, Taiwan 413, ROC.
3. Professor of Agronomy Department, National Chung-Hsing Univessity, Taichung, Taiwan, ROC.